

**PRV**

PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET

Patentavdelningen

REC'D 14 SEP 2004

WIPO

PCT

**Intyg  
Certificate**

*Härmed intygas att bifogade kopior överensstämmer med de handlingar som ursprungligen ingivits till Patent- och registreringsverket i nedannämnda ansökan.*

*This is to certify that the annexed is a true copy of the documents as originally filed with the Patent- and Registration Office in connection with the following patent application.*



(71) Sökande                      Scania CV AB, Södertälje SE  
Applicant (s)

(21) Patentansökningsnummer    0302247-2  
Patent application number

(86) Ingivningsdatum                      2003-08-20  
Date of filing

Stockholm, 2004-08-24

För Patent- och registreringsverket  
For the Patent- and Registration Office

*Bibi Skripec*  
Bibi Skripec

Avgift  
Fee

**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

Kg

Ref.: 55852SE

5 Sökande: Scania CV AB

**Arrangemang och förfarande för att styra en förbränningsmotor**

**10 UPPFINNINGENS BAKGRUND OCH KÄND TEKNIK**

Föreliggande uppfinning avser en arrangemang och ett förfarande för att styra en förbränningsmotor enligt patentkravens 1 och 11 ingresser.

- 15 En typ av sådana förbränningsmotorer benämns HCCI-motorer ( Homogenous Charge Compression Ignition) och de kan ses som en kombination av en ottomotor och en dieselmotor. I HCCI-motorer komprimeras en homogen blandning av bränsle och luft i ett förbränningsutrymme tills en självantändning av bränsleblandningen sker. Fördelar med sådana motorer är att de ger låga utsläpp av kväveoxider  $\text{NO}_x$  och sotpartiklar samtidigt som de har en hög verkningsgrad. En orsak till att HCCI-motorer inte utnyttjas konventionellt i större utsträckning är att det är svårt att styra självantändningen av bränsleblandningen till en korrekt vevaxelvinkel.

- 25 Två olika ventilstyrningsstrategier är kända för att under laboratoriemässiga omständigheter styra självantändningen av bränsleblandningen. Den första strategin avser att stänga avgasventilen innan förbränningsutrymmet tömts på avgaser från en föregående förbränningsprocess och öppna inloppsventilen senare än vad som är brukligt. En sådan s.k. negative överlappning resulterar i att en varierbar mängd avgaser sparas i förbränningsutrymmet till en efterföljande förbränningsprocess. De i förbränningsutrymmet sparade varma avgaserna höjer temperaturen på bränsleblandningen för den efterföljande förbränningsprocessen. Bränsleblandningen kan därmed med en lämplig mängd sparade avgaser få en initial temperatur så att den självantänder vid en väsentligen optimal vevaxelvinkel.

- 30
- 35 Den andra strategin avser att styra stängningen av inloppsventilen. Genom att variera den vevaxelvinkel vid vilken inloppsventilen stänger kan kompressionsförhållandet i

5 cylindern varieras. Ju senare inloppsventilen stänger desto kortare väg hos kolvrörelsen utnyttjas för kompression av bränsleblandningen. Genom att variera inloppsventilstängningen och därmed det effektiva kompressionsförhållandet i cylindern kan självantändningen av bränsleblandningen fås att ske vid en väsentligen optimal vevaxelvinkel.

10 En nackdel med ovan nämnda strategier är att de tillhandahåller en styrning av självantändningen hos en HCCI-motor inom ett relativt begränsat belastningsområde. I de flesta tekniska tillämpningar måste en motor kunna utnyttjas över ett relativt stort belastningsområde för att vara användbar.

# SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

15 Syftet med föreliggande uppfinning är att tillhandahålla ett arrangemang och ett förfarande för att tillhandahålla en effektiv styrning av självantändningen av en förbränningsmotor av inledningsvis nämnt slag så att den kan utnyttjas inom ett relativt stort belastningsområde.

20 Detta syfte uppnås med arrangemanget av det inledningsvis nämnda slaget, vilket kännetecknas av de särdrag som anges i patentkravets 1 kännetecknande del. Här utnyttjas, i ett delområde, en strategi som innebär att det effektiva kompressionsförhållande i cylindern varieras. Genom att på ett lämpligt sätt variera kompressionsförhållandet i cylindern kan bränsleblandningar för olika belastningar fås att självantända vid en väsentligen optimal vevaxelvinkel. Denna strategi kan användas i ett delområde som har

25 en lägsta belastning där ett optimalt kompressionsförhållande råder och en högsta belastning där det effektiva kompressionsförhållandet reducerats till ett minsta acceptabelt värde. En sådan begränsning till ett minsta acceptabelt värde är nödvändig då en reduktion av det effektiva kompressionsförhållandet medför att lambda-värdet sjunker dvs. syrehalten i avgaserna minskar. Sänkningen av lambda-värdet resulterar i motsvarande tryckstegringar och ökade emissioner. Vid högre belastningar än vad denna strategi klarar av använder styrenheten en strategi som innebär att kyla avgaser leds till förbränningsutrymmet. De kyla avgaserna gör att bränsleblandningen kommer att

30 antändas senare. Därmed kan styrenheten höja det effektiva kompressionsförhållandet i cylindern och Lambda-värdet vilket resulterar i att mer bränsle kan tillföras bränsleblandningen i förbränningsutrymmet och en högre motorbelastning erhålls. Denna

35 strategi är således tillämpbar i ett belastningsområde som är högre än och angränsar till

belastningsområde för den strategi som endast innebär att det effektiva kompressionsförhållande i cylindern varieras. Genom att styrenheten utnyttjar skilda strategier inom olika delområden som angränsar till varandra kan självantändningen styras mot en optimal vevaxelvinkel inom ett relativt stort belastningsområde.

5

Enligt en föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning är styrenheten inrättad att reglera det effektiva kompressionsförhållandet i cylindern genom att initiera en varierbar inloppsventilstängning. Att variera inloppsventilstängningen är ett okomplicerat sätt att reglera det effektiva kompressionsförhållandet. Ju senare inloppsventilen stäng-

10 er desto kortare sträcka kan kolvrörelsen i cylindern komprimera bränsleblandningen. Med fördel innefattar arrangementet åtminstone ett hydrauliskt styrsystem för att lyfta inloppsventilen och avgasventilen. Sådana hydrauliska styrsystem som snabbt variera inloppsventilstängningen från en förbränningsprocess till en annan i beroende av mottagna styrsignaler från styrenheten är konventionellt tillgängliga.

15

Enligt en föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning innefattar arrangementet en returledning som sträcker sig från en avgasledning hos förbränningsmotorn till en inloppsledning för luft till förbränningsutrymmet. Därmed kan avgaser från tidigare förbränningsprocesser blandas in i luften och ledas till förbränningsutrymmet.

20 Med fördel innefattar returledningen en ventil för att styra tillförseln av avgaser till inloppsledningen. Styrenheten styr därvid ventilen så att en bestämd mängd avgaser tillförs förbränningsutrymmet. Företrädesvis innefattar returledningen en kylare för att kyla avgaserna innan de når inloppsledningen. Med en sådan kylare kan avgaserna ges en väsentligen bestämd temperatur innan de leds in i förbränningsutrymmet.

25

Enligt en annan föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning innefattar arrangementet en första sensor för att avkänna en parameter som indikerar starten av en förbränningsprocess i förbränningsutrymmet och en andra sensor för att uppskatta vevaxelvinkeln hos förbränningsmotorn, varvid styrenheten är inrättad att bestämma vev-

30 axelvinkeln för starten av förbränningsprocessen. Nämnade första sensor kan vara en trycksensor som avkänner trycket i förbränningsutrymmet. Med information om tryckkaraktistiken i förbränningsutrymmet kan styrenheten bestämma vid vilken vevaxelvinkel som självantändningen skedde. Den första sensorn kan alternativt vara en ljudsensor eller någon annan lämplig sensor med vilken självantändningen i förbränningsutrymmet kan detekteras. Den andra sensorn kan vara en sensor som avkänner vridlä-

35 get hos exempelvis motorns svänghjul. Företrädesvis är styrenheten inrättad att jämföra

- den verkliga vevaxelvinkeln för självantändningen av förbränningsprocessen med lagrade information avseende den optimala vevaxelvinkel för självantändning av förbränningsprocessen och att styra självantändningen av den följande förbränningsprocessen med hjälp av denna information. Styrenheten kan beräkna skillnaden mellan den verkliga vevaxelvinkeln för självantändningen av förbränningsprocessen med lagrade information avseende den optimala vevaxelvinkeln. Styrenheten styr därefter lyften av ventilerna i en riktning så att denna eventuella beräknade skillnad elimineras under nästa förbränningsprocess.
- 5
- 10 Enligt en annan föredragen utföringsform av föreliggande uppfinning innefattar arrangemanget en inloppsledning för tillförsel av luft till förbränningsutrymmet och ett insprutningsmunstycke för insprutning av bränsle i förbränningsutrymmet. Här tillförs luft och bränslet separat till förbränningsutrymmet där de blandas. Alternativt kan luft och bränsle blandas utvändigt om bränsleblandning och gemensamt ledas in i förbränningsutrymmet.
- 15
- Uppfinningens syfte uppnås även med förfarandet av inledningsvis nämnt slaget, vilket kännetecknas av de särdrag som anges i patentkravets 11 kännetecknande del. Genom att utnyttja två olika strategier för att styra självantändningen av bränsleblandningen inom olika belastningsdelområden som angränsar till varandra kan en kontinuerlig styrning av självantändningen av den typ av förbränningsmotor, som vanligtvis benämns HCCI-motor, erhållas inom ett relativt brett belastningsområde.
- 20

# KORT BESKRIVNING AV RITNINGARNA

- 25 I det följande beskrivs såsom ett exempel en föredragen utföringsform av uppfinningen med hänvisning till bifogade ritningar, på vilka:
- 30 Fig. 1 visar en förbränningsmotor med ett arrangemang enligt föreliggande uppfinning,
- Fig. 2 visar ventillyft hos en förbränningsmotor enligt en första strategi,
- Fig. 3 visar ventillyft hos en förbränningsmotor enligt en andra strategi,
- Fig. 4 visar det effektiva kompressionsförhållandet som funktion av vevaxelvinkeln för inloppsventilsstängningen,
- 35 Fig. 5 visar schematiskt tre delbelastningsområden hos en förbränningsmotor vilka styrs av tre olika strategier och

Fig. 6 visar ett flödesschema som beskriver ett förfarande för att styra självantändningen hos en förbränningsmotor.

## 5 DETALJERAD BESKRIVNING AV EN FÖREDRAGEN UTFÖRINGSFORM AV UPPFINNINGEN

Fig. 1 visas ett arrangemang för att styra en förbränningsmotor 1 av den typ där en homogen blandning av bränsle och luft komprimeras tills en självantändning av blandningen sker medelst den under kompressionen bildade värmen. En sådan motor 1 benämns vanligtvis HCCI-motor (Homogenous Charge Compression Ignition). En HCCI-motor kan ses som en kombination av en ottomotor och en dieselmotor. Här visas en cylinder 2 hos motorn 1. Motorn 1 kan självfallet ha ett väsentligen godtyckligt antal sådana cylindrar 2. Motorn 1 innefattar ett förbränningsutrymme 3 som nedåt i cylindern 2 begränsas av en rörlig kolv 4. Kolven 4 är förbunden med en vevaxel 5 via en vevstake 6. Kolvens 4 rörelser i cylindern 2 överförs till en rotationsrörelse av vevaxeln 5.

Då kolven 4 rör sig nedåt i cylindern 2 och en inloppsventil 8 är öppen sugas luft in i det expanderande förbränningsutrymme 3, via en inloppsledning 7. En bränslepump 9 sprutar samtidigt in bränsle i förbränningsutrymme 3 via ett insprutningsmunstycke 10. I samband med att kolven 4 vänder i ett nedre ändläge stängs i regel inloppsventilen 8. Kolvens 4 efterföljande rörelse uppåt tillhandahåller en kompression av bränsleblandningen i förbränningsutrymme 2. Bränsleblandningen erhåller en temperaturökning som står i relation till kompressionsgraden. Väsentligen i samband med att kolven 4 passerat ett övre ändläge i cylindern 2 ska bränsleblandningen ha uppnått den temperatur då en självantändning av bränsleblandningen sker. Under förbränningsprocessen sker en kraftig expansion i förbränningsutrymme 3 och kolven 4 trycks nedåt. Efter att kolven 4 passerat det nedre ändläget öppnas en avgasventil 11. Kolven 4 trycker därmed under rörelsen uppåt ut avgaserna som bildats under förbränningsprocessen, via avgasventilen 11, till en avgasledning 12.

Arrangemanget innefattar en returledning 13 för recirkulation av avgaser vilken sträcker sig från avgasledningen 12 till inloppsledningen 7. Returledningen 13 innefattar en ventil 14 och en kylare 15. Arrangemanget innefattar även en trycksensor 16 som är inrättad att avkänna trycket i förbränningsutrymme 3 och en sensor 17 som är inrättad att avkänna vevaxelns 5 vridläge. Sensorn 17 kan här, exempelvis, avkänna positionen

hos motorns svänghjul. Arrangemanget innefattar ett schematiskt visat hydrauliskt system 18a för att lyfta inloppsventilen 8 och ett schematiskt visat hydrauliskt system 18b för att lyfta avgasventilen 11. Lyftningen av inloppsventilen 8 och avgasventilen 11 sker här oberoende av vevaxelns vridläge. Arrangemanget innefattar en styrenhet 19 som är inrättad att styra motorn 1 så att en självantändning av bränsleblandningen sker vid en optimal vevaxelvinkel. Styrenheten 19 är inrättad att mottaga signaler från sensorerna 16, 17 och sända styrsignaler till de hydrauliska systemen 18a, b så att lyftningen av inloppsventilen 8 och avgasventilen 11 sker vid önskade vevaxelvinklar. Styrenheten 19 kan vara en datorenhet med en lämplig mjukvara.

10

Fig. 2 visar med heldragna linjer en inloppsventils 8 lyftsträcka d och en avgasventils 11 lyftsträcka d som funktion av vevaxelvinkeln cad ( crank angle degree) vid en konventionell styrning av inloppsventilen 8 och avgasventilen 11. Inloppsventilöppningen ivo (inlet valve opening) sker här väsentligen vid kolvens 4 övre ändläge vid en vevaxelvinkel som här betecknats med  $0^\circ$ . Inloppsventilstängningen ivc (inlet valve closure) sker här strax efter kolvens passerat det nedre ändläget vid vevaxelvinkeln  $180^\circ$ . Avgasventilöppningen evo (exhaust valve opening) sker här vid en vevaxelvinkeln av cirka  $500^\circ$  och avgasventilstängningen evc (exhaust valve closure) sker här väsentligen i kolvens övre ändläge vid vevaxelvinkeln  $720^\circ$ . Eftersom motorn 1 är en fyrtaktsmotor utför den en arbetscykel under en vevaxelvridning av  $720^\circ$ . Vevaxelvinklarna  $0^\circ$  och  $720^\circ$  är således likvärdiga ur arbetscykelsynpunkt. Avgasventilstängningen evc och inloppsventilöppningen ivo sker vid en konventionell ventilstyrning väsentligen samtidigt eller med en viss överlappning så att förbränningsutrymmet garanterat töms på avgaser efter en förbränningsprocess. Den optimala vevaxelvinkeln  $cad_{i,opt}$  för självantändningen av bränsleblandningen är belägen väsentligen omedelbart efter att kolvens 4 passerat det övre ändläget vid vevaxelvinkeln  $360^\circ$ . Svårigheten att tillföra en bränsleblandning som väsentligen exakt självantänder vid den optimala vevaxelvinkeln  $cad_{i,opt}$  är en bidragande orsak till att HCCI- motorer väsentligen inte hittills kommit till användning konventionellt.

30

En första i sig känd strategi I för att styra självantändningen av bränsleblandningen till den optimala vevaxelvinkeln  $cad_{i,opt}$  är att stänga avgasventilen 11 innan kolven 4 når det övre ändläget vid  $720^\circ$  och att öppna inloppsventilen 8 efter att kolven 4 passerat det övre ändläget vid  $0^\circ$ . Sådana ventillyft som innefattar en tidigare avgasventilstängning evc' och en senare inloppsventilöppning ivo' visas med streckade linjer i fig. 2. En tidigare avgasventilstängning evc' och en senare inloppsventilöppning ivo' skapar

35

en s.k. negativ överlappning under ett vevaxelvinkelområde där både inloppsventilen 8 och avgasventilen 11 är stängda. Avgasventilen 11 är här stängd under ett vevaxelvinkelområde a innan  $720^\circ$  och inloppsventilen är stängd under ett vevaxelvinkelområde b efter  $0^\circ$ . Den negativa överlappningen blir här summan av vevaxelvinkelområdena a och b. Den tidigare avgasventilstängningen evc' medför att förbränningsutrymmet 3 inte helt töms på avgaser utan att en viss mängd avgaser kommer att sparas i förbränningsutrymmet 3. Den senare öppningen av inloppsventilen 8 medför att de kvarvarande avgasernas tryck hinns reduceras till en nivå så att de inte strömmar ut genom inloppsventilen 8 då den öppnas. Den negativa överlappningen resulterar således i att varma avgaser från en förbränningsprocess sparas i förbränningsutrymmet till en efterföljande förbränningsprocess. De varma avgaserna värmer därmed upp bränsleblandningen så att den erhåller en tidigare självantändning. Med en lämplig styrning av inloppsventilen 8 och avgasventilen 11 kan en varierbar mängd avgaser sparas i förbränningsutrymmet 3 så att självantändningen av den efterföljande förbränningsprocessen väsentligen sker vid den optimala vevaxelvinkeln  $\text{cad}_{\text{iopt}}$ .

En andra i sig känd strategi II för att styra självantändningen av bränsleblandningar för olika belastningar till en väsentligen optimal vevaxelvinkel  $\text{cad}_{\text{iopt}}$  är att tillhandahålla en senare inloppsventilstängning ivc'. Fig. 3 visar med heldragna linjer inloppsventilens 8 lyftsträcka d och avgasventilens 11 lyftsträcka d som funktion av vevaxelns vridvinkel cad ( crank angle degree) vid en konventionell lyftning av inloppsventilen 8 och avgasventilen 11. Ett ventillyft som resulterar i en senare inloppsventilstängningen ivc' visas med streckade linjer. I övrigt sker ventillyften enligt strategi II på ett konventionellt sätt enligt den heldragna linjen. Genom att stänga inloppsventilen 8 vid en senare vevaxelvinkel ivc' reduceras den sträcka som kolvrörelsen kan komprimera bränsleblandningen och ett reducerat effektivt kompressionsförhållande erhålls i cylindern 2.

Fig. 4 visar hur det effektiva kompressionsförhållandet c varierar som funktion av en inloppsventilstängning ivc vid olika vevaxelvinklar cad. Här framgår att ett optimalt effektivt kompressionsförhållande c erhålls med en inloppsventilstängning  $\text{ivc}_{\text{opt}}$  strax efter en vevaxelvinkel av  $180^\circ$ . En tidigare och en senare inloppsventilstängningen ivc än den optimala ger ett lägre effektivt kompressionsförhållande c. En lägre effektivt kompressionsförhållande c innebär således att bränsleblandningen erhåller en reducerad kompression i cylindern 2. Det effektiva kompressionsförhållandet c bör dock inte underskrida en lägsta värde  $c_{\text{min}}$ . Ett reducerat effektivt kompressionsförhållande med-



för att lambda-värdet, som kan mätas medelst en lambdasond hos motorn 1, sjunker dvs. syrehalten i avgaserna minskar. En sänkning av lambda-värdet resulterar i motsvarande tryckstegringar och ökade emissioner. Inloppsventilstängningen  $ivc$  bör därför inte avvika alltför mycket från den optimala inloppsventilstängningen  $ivc_{opt}$ . Fig. 4 visar

5 en maximal inloppsventilstängning  $ivc_{max}$  som inte bör överskridas och en minimal inloppsventilstängning  $ivc_{min}$  som inte bör underskridas för att det lägsta godtagbart effektiva kompressionsförhållandet  $c_{min}$  inte ska underskridas. Därmed kan en senare inloppsventilstängning  $ivc$  än den optimala varieras inom ett vevaxelvinkelområde  $e$  och en tidigare inloppsventilstängning  $ivc$  än den optimala varieras inom ett vevaxelvinkelområde  $f$ . Med ett reducerat kompressionsförhållande i cylindern 2 sker en fördröjning av självantändningen. Genom att styra inloppsventilstängningen  $ivc$  till en vevaxelvinkel på ett lämpligt avstånd från det optimala  $ivc_{opt}$  erhålls ett reducerat kompressionsförhållande i cylindern 2 så att självantändningen sker vid en optimal vevaxelvinkel  $cad_{iopt}$ .

15 Då motorn 1 har en belastning som motsvarar en exakt ideal sammansättning av bränsle och luft självantänder bränsleblandningen av kompressionsvärmen vid den optimala vevaxelvinkel  $cad_{iopt}$ . I de fall motorn 1 har en lägre belastning och en magrare bränsleblandning än den ideala kan den inte självantändas av kompressionsvärmen.

20 Strategi I kan här utnyttjas och tillföra varma avgaser i en lämplig mängd för att höja bränsleblandningen temperatur så att självantändningen sker vid den optimala vevaxelvinkeln  $cad_{iopt}$ . Då motorn 1 har en högre belastning och en fetare bränsleblandning än den ideala självantänder den för tidigt av kompressionsvärmen. Strategi II kan här utnyttjas och medelst en lämplig reducering av det effektiva kompressionsförhållandet  $c$  i cylindern 2 kan självantändningen fördröjas så att den sker vid den optimala vevaxelvinkeln  $cad_{iopt}$ . Strategi I och strategi II är således tillämpbara inom skilda belastningsområden som angränsar till varandra. Genom att utnyttja strategi I för magrare bränsleblandningar än den ideala och strategi II för fetare bränsleblandningar än den ideala kan en optimal självantändningen tillhandahållas inom ett relativt stort belastningsområde.

30

Eftersom det effektiva kompressionsförhållandet  $c$  inte bör begränsas alltför mycket är strategi II inte tillämpbar för belastningar över ett visst värde. Bränsleblandningar för sådana höga belastningar har här en sammansättning så att de självantänds före den optimala vevaxelvinkel  $cad_{iopt}$  även vid en maximalt accepterbar reducering av det effektiva kompressionsförhållandet  $c_{min}$ . Här kan en tredje strategi III användas. Strategi

35

III innebär att kyllda avgaser leds till förbränningsutrymmet 3. De kyllda avgaserna gör att bränsleblandningen kommer att antändas senare. Styrenheten 19 kan därmed höja det effektiva kompressionsförhållandet  $c$  genom att stänga inloppsventilen 8 något närmare den optimala vevaxelvinkel  $ivc_{opt}$ . Syrehalten i avgaserna stiger och därmed

5 Lambda-värdet. Styrenheten 19 kan nu tillföra mer bränsle till förbränningsutrymmet 3 så att en högre motorbelastning erhålls. Tillförseln av kyllda avgaser medför att inloppsventilstängningen  $ivc$  förskjuts längs kurvan i Fig. 4 åt vänster till ett  $ivc$  värde som är beläget mellan  $ivc_{max}$  och  $ivc_{opt}$ . Medelst strategi III är det således möjligt att även inom detta höga belastningsområde styra självantändning av bränsleblandningen

10 medelst en variation av det effektiva kompressionsförhållande  $c$  i cylindern 2 utan att det lägsta acceptabla effektiva kompressionsförhållandet  $c_{min}$  underskrids. Strategi III är således tillämpbar i ett belastningsområde som är högre än belastningsområdet för strategi II. Genom att utnyttja en styrning som innefattar båda strategi II och strategi III kan styrenheten styra självantändningen av bränsleblandningar mot en optimal vevax-

15 elvinkel  $cad_{opt}$  inom ett relativt stort belastningsområde.

Med fördel utnyttjas alla tre strategierna I, II, III för att styra motorn 1 i ett belastningsområde  $L_{tot}$  som består av tre delområden  $L_I$ ,  $L_{II}$ ,  $L_{III}$ . Fig. 5 visar schematiskt de tre delområdena  $L_I$ ,  $L_{II}$ ,  $L_{III}$  som funktion av last  $L$  och motorvarvtal rpm. Strategi I ut-

20 nyttjas för tomgångskörning och då en låg belastning föreligger, strategi II då en medelhög belastning föreligger och strategi III då en hög belastning föreligger. De olika strategierna I, II och III kan således fås att arbeta i delområden  $L_I$ ,  $L_{II}$ ,  $L_{III}$  som naturligt övergår i varandra. Därmed kan styrenheten 19 tillhandahålla en kontinuerlig styrning av självantändningen av motorn 1 över ett brett belastningsområde  $L_{tot}$ .

25 Fig. 6 visar ett flödesschema som beskriver ett förfarande för att styra motorn 1. Motorn 1 startas vid steget 20. Vid steget 21 sker en förbränningsprocess i förbränningsutrymmet 3. Trycksensorn 16 avkänner tryckkaraktistiken i förbränningsutrymmet 3. Trycksensorn 16 sänder väsentligen kontinuerligt signaler till styrenheten 19 avseende det rådande trycket i förbränningsutrymmet 3. Styrenheten 19 mottar även information avseende aktuell vevaxelvinkel  $cad$  från sensorn 17. Med information om trycket  $p$  i förbränningsutrymmet 3 och vevaxelvinkeln  $cad$  bestämmer styrenheten 19, vid steget 22, vevaxelvinkeln  $cad_i$  vid vilken självantändningen av förbränningsprocessen skedde. Styrenheten 19 innefattar lagrade referensvärden avseende en optimalt vevaxelvinkel

30  $cad_{i,opt}$  då en självantändning bör ske. Styrenheten 19 jämför, vid steget 23, den verkliga vevaxelvinkeln  $cad_i$  för självantändningen och den optimala vevaxelvinkeln  $cad_{i,opt}$

för självantändning. Om  $cad_i$  är större än  $cad_{i,opt}$  startade förbränningsprocessen för sent och styrenheten 19 är inrättad att vidtaga åtgärder som främjar en tidigare självantändning av den efterföljande förbränningsprocess. Om  $cad_i$  är mindre än  $cad_{i,opt}$  startade förbränningsprocessen för tidigt och styrenheten 19 är inrättad att vidtaga åtgärder som främjar en senare självantändning av nästa förbränningsprocess.

Styrenheten 19 uppskattar, vid steget 24, om det är möjligt att styra självantändningen av den efterföljande förbränningsprocessen med hjälp av strategi I. Om  $cad_i$  är större än  $cad_{i,opt}$  startade den senaste förbränningsprocessen för sent och en något större mängd varma avgaser borde således ha tillförts till förbränningsprocessen. Om  $cad_i$  är mindre än  $cad_{i,opt}$  startade den senaste förbränningsprocessen för tidigt och en något mindre mängd varma avgaser borde således ha tillförts till förbränningsprocessen. Styrenheten 19 initierar, vid steget 25, nya värden för avgasventilstängningen  $evc'$  och inloppsventilöppningen  $ivo'$  så att en justerad mängd avgaser sparas i förbränningsutrymmet under den efterföljande förbränningsprocessen. Styrenheten 19 initierar, vid steget 26, en inloppsventilstängning vid den vevaxelvinkel  $ivc_{opt}$  där en optimal kompression erhålls i cylindern 2. Ifall det här inte är möjligt att ytterligare reducera mängden sparade avgaser i förbränningsutrymmet kan det konstateras att belastningen är för hög för att strategi I ska kunna utnyttjas för att styra självantändningen hos den efterföljande förbränningsprocessen till den optimala vevaxelvinkeln för självantändning  $cad_{i,opt}$ .

Om självantändningen inte kan styras med hjälp av strategi I uppskattas, vid steget 27, om det är möjligt att styra självantändningen med hjälp av strategi II. Strategi II innebär en tidigare eller senare inloppsventilstängning  $ivc'$  än den optimala  $ivo_{opt}$ . Därmed kan det effektiva kompressionsförhållandet  $c$  i cylindern 2 reduceras och självantändningen fördröjas. Strategi II kan således utnyttjas då den tillförda bränsleblandningen har sådana egenskaper att den självantänder vid en för tidig vevaxelvinkel under kompressionen i cylinder 2. Det effektiva kompressionsförhållandet  $c$  bör således inte sänkas under en miniminivå  $c_{min}$ . Inloppsventilstängning  $ivc'$  begränsas därmed till vevaxelvinkelområdena  $e, f$  som visas i fig. 4. Ifall styrenheten 19 uppskattar en inloppsventilstängning  $ivc'$  som inte överstiger  $ivc_{max}$  eller understiger  $ivc_{min}$  kan strategi II användas för att styra självantändningen. Om  $cad_i$  är större än  $cad_{i,opt}$  startade den senaste förbränningsprocessen för sent och styrenheten 19 justerar här inloppsventilstängningen  $ivc'$  hos den efterföljande förbränningsprocessen med ett lämpligt värde i riktning mot  $ivc_{opt}$  för att höja kompressionsförhållandet  $c$  i cylindern 2. Om  $cad_i$  istället är mindre än  $cad_{i,opt}$  startade den senaste förbränningsprocessen för tidigt och styrenheten

justerar här inloppsventilstängningen  $ivc'$  hos den efterföljande förbränningsprocessen med ett lämpligt värde i riktning från  $ivc_{opt}$  för att reducera kompressionsförhållandet  $c$  i cylindern 2 ytterligare. Ifall de av styrenheten 19 beräknade nya  $ivc'$  värdet faller inom vevaxelvinkelområdena  $e, f$  är det således möjligt att utnyttja strategi II för att styra den efterföljande förbränningsprocessen. Är så fallet initierar styrenheten 19, vid steget 28, en stängning av inloppsventilen 8 vid den beräknade inloppsventilstängningen  $ivc'$ . Styrenheten 19 initierar, vid steget 29, en avgasventilstängning  $evc_{opt}$  och en inloppsventilöppning  $ivo_{opt}$  vid vevaxelvinklar där en minimal bränsleförbrukning erhålls. Avgasventilöppningen  $evo$  styrs till ett lämpligt värde av globala motorparametrar som är oberoende av strategi II.

I det fall att styrenheten 19 uppskattar ett värde  $ivc'$  som inte faller inom vevaxelvinkelområdena  $e, f$  är det således inte lämpligt att enbart utnyttja ett reducerat kompressionsförhållande för att styra självantändningen mot den optimala vevaxelvinkeln  $cad_{i,opt}$ . Bränsleblandningen har här således en sammansättning så att man skulle behöva reducera kompressionsförhållandet  $c$  till ett värde som understiger  $c_{min}$  för att kunna styra självantändningen mot den optimala vevaxelvinkeln  $cad_{i,opt}$ . Styrenheten 19 utnyttjar därför, vid steget 30, strategi III som innebär att kylda avgaser leds till förbränningsutrymmet. Om  $cad_i$  är större än  $cad_{i,opt}$  startade den senaste förbränningsprocessen för sent och styrenheten styr ventilen 14 så att en mindre mängd kylda avgaser leds till den efterföljande förbränningsprocessen. Om  $cad_i$  är mindre än  $cad_{i,opt}$  startade förbränningsprocessen för tidigt och styrenheten styr ventilen 14 så att en större mängd kylda avgaser leds till den efterföljande förbränningsprocessen. Styrenheten 19 beräknar därvid, vid steget 31, den mängd kylda avgaser  $ceg$  som bör tillföras förbränningsutrymmet 3 för att en självantändning av bränsleblandningen ska ske vid den optimala vevaxelvinkeln  $cad_{i,opt}$ . Med tillförsel av en lämplig mängd kylda avgaser  $ceg$  tillhandahålls en senare förbränning av bränsleblandningen. Därmed förskjuts  $ivc$ -värdet längs kurvan i Fig. 4 åt vänster till ett  $ivc$  värde som är beläget mellan  $ivc_{max}$  och  $ivc_{opt}$ . Styrenheten 19 höjer kompressionsförhållandet  $c$ , vid steget 32, genom att initiera en inloppsventilstängning  $ivc'$  som ligger mellan den optimala inloppsventilstängningen  $ivc_{opt}$  och  $ivc_{max}$ . Lambda-värdet höjs därmed vilket resulterar i att mer bränsle kan tillföras till förbränningsutrymmet och en högre motorbelastning erhålls. Styrenheten 19 initierar, vid steget 33, en avgasventilstängning  $evc_{opt}$  och en inloppsventilöppning  $ivo_{opt}$  vid vevaxelvinklar där en minimal bränsleförbrukning erhålls. Avgasventilöppningen  $evo$  styrs av globala motorparametrar som är oberoende av strategi III.

- Uppfinningen är på intet sätt begränsad till den på ritningen beskrivna utföringsformen utan kan varieras fritt inom patentkravens ramar. Förbränningsmotorn behöver inte vara en HCCI-motor utan kan vara en godtycklig förbränningsmotor där en homogen bränsleblandning självantänder under kompression. På ritningen visas en cylinder hos
- 5 förbränningsmotorn 1 men antalet cylindrar kan självfallet varieras liksom antalet ingående komponenter såsom ventiler, insprutningsorgan etc.

### Patentkrav

1. Arrangemang för att styra en förbränningsmotor, varvid förbränningsmotorn (1) innefattar ett förbränningsutrymme (3), en rörlig kolv (4) som är inrättad att komprimera en bränsleblandning i förbränningsutrymmet (3) så en självantändning av bränsleblandningen (3) erhålls, en vevaxel (5) som drivs av kolvens (4) rörelser, en inloppsventil (8) hos förbränningsutrymmet (3) och en avgasventil (11) hos förbränningsutrymmet (3), varvid arrangemanget innefattar en styrenhet (19) som är inrättad att styra självantändningen av bränsleblandningen mot en optimal vevaxelvinkel ( $cad_{i_{opt}}$ ) inom ett belastningsområde ( $L_{tot}$ ), kännetecknat av att nämnda belastningsområde ( $L_{tot}$ ) kan indelas i åtminstone två delområden ( $L_{II}$ ,  $L_{III}$ ), varvid styrenheten (19) är inrättad att styra självantändning av bränsleblandningen mot en optimal vevaxelvinkel ( $cad_{i_{opt}}$ ) i ett av nämnda delområden ( $L_{II}$ ) medelst en strategi (II) som innebär att det effektiva kompressionsförhållande ( $c$ ) i cylindern (2) varierar inom ett område som nedåt begränsas av ett lägsta acceptabelt kompressionsförhållande ( $c_{min}$ ) och i det andra delområdet ( $L_{III}$ ) medelst en strategi (III) som innebär att kylda avgaser ( $c_{eg}$ ) leds till förbränningsutrymmet (3) i en sådan mängd så att det även i det andra delområdet ( $L_{III}$ ) blir möjligt att styra självantändning av bränsleblandningen mot en optimal vevaxelvinkel ( $cad_{i_{opt}}$ ) medelst en variation av det effektiva kompressionsförhållande ( $c$ ) inom det område som nedåt begränsas av det lägsta acceptabla kompressionsförhållandet ( $c_{min}$ ).
2. Arrangemang enligt krav 1, kännetecknat av att styrenheten (19) är inrättad att reglera det effektiva kompressionsförhållandet ( $c$ ) i cylindern (2) genom att initiera en varierbar inloppsventilstängning ( $ivc$ ).
3. Arrangemang enligt något av föregående krav, kännetecknat av att arrangemanget innefattar ett hydrauliskt styrsystem (18a) för att styra den varierbara inloppsventilstängningen ( $ivc$ ).
4. Arrangemang enligt något av föregående krav, kännetecknat av att arrangemanget innefattar en returledning (13) som sträcker sig från en avgasledning (12) hos förbränningsmotorn till en inloppsledning (7) för luft till förbränningsutrymmet (3).
5. Arrangemang enligt krav 4, kännetecknat av att nämnda returledningen (13) innefattar en ventil (14) för att styra tillförseln av avgaser till inloppsledningen (7).

6. Arrangemang enligt krav 3 eller 5, kännetecknat av att returledningen (13) innefattar en kylare (15) för att kyla avgaserna innan de når inloppsledningen (7).
- 5 7. Arrangemang enligt något av föregående krav, kännetecknat av att arrangemanget innefattar en första sensor (16) för att avkänna en parameter (p) som indikerar starten av en förbränningsprocess i förbränningsutrymmet (3) och en andra sensor (17) för att uppskatta vevaxelvinkeln ( $\text{cad}$ ) hos förbränningsmotorn (1), varvid styrenheten (19) är inrättad att bestämma vevaxelvinkeln ( $\text{cad}_i$ ) för starten av förbränningsprocessen.
- 10 8. Arrangemang enligt krav 7, kännetecknat av att nämnda första sensor är en trycksensor (16) som avkänner trycket (p) i förbränningsutrymmet (3).
- 15 9. Arrangemang enligt krav 7 eller 8, kännetecknat av att styrenheten (19) är inrättad att jämföra den uppskattade vevaxelvinkel ( $\text{cad}_i$ ) för självantändningen av förbränningsprocessen med lagrad information avseende den optimala vevaxelvinkel ( $\text{cad}_{i\text{opt}}$ ) för självantändning av förbränningsprocessen och att styra självantändningen för den följande förbränningsprocessen med hjälp av denna information.
- 20 10. Arrangemang enligt något av föregående krav, kännetecknat av att arrangemanget innefattar ett insprutningsmunstycke (10) för insprutning av bränsle i förbränningsutrymmet (3) då inloppsventilen (8) är öppen.
- 25 11. Förfarande för att styra en förbränningsmotor, varvid förbränningsmotorn (1) innefattar ett förbränningsutrymme (3), en rörlig kolv (4) som är inrättad att komprimera en bränsleblandning i förbränningsutrymmet (3) så en självantändning av bränsleblandningen (3) erhålls, en vevaxel (5) som drivs av kolvens (4) rörelser, en inloppsventil (8) hos förbränningsutrymmet (3) och en avgasventil (11) hos förbränningsutrymmet (3), varvid förfarandet innefattar steget att styra självantändningen av bränsleblandningen mot en optimal vevaxelvinkel ( $\text{cad}_{i\text{opt}}$ ) inom ett belastningsområde ( $L_{\text{tot}}$ ), kännetecknat av att nämnda belastningsområde ( $L_{\text{tot}}$ ) kan indelas i åtminstone två delområden ( $L_{\text{II}}$ ,  $L_{\text{III}}$ ), varvid förfarandet innefattar stegen att styra självantändning av bränsleblandningen mot en optimal vevaxelvinkel ( $\text{cad}_{i\text{opt}}$ ) i ett av nämnda delområden ( $L_{\text{II}}$ ) medelst en strategi (II) som innebär att det effektiva kompressionsförhållande (c) i cylindern (2) varierar inom ett område som nedåt begränsas av ett lägsta acceptabelt kompressionsförhållande ( $c_{\text{min}}$ ) och i det andra delområdet ( $L_{\text{III}}$ ) medelst en strategi
- 30
- 35

(III) som innebär att kylda avgaser (ceg) leds till förbränningsutrymmet (3) i en sådan mängd så att det även i det andra delområdet ( $L_{III}$ ) blir möjligt att styra självantändning av bränsleblandningen mot en optimal vevaxelvinkel ( $cad_{iopt}$ ) medelst en variation av det effektiva kompressionsförhållande (c) inom det område som nedåt begränsas av det  
5 lägsta acceptabla kompressionsförhållandet ( $c_{min}$ ).

12. Förfarande enligt krav 11, kännetecknat av steget att reglera det effektiva kompressionsförhållandet i cylindern (2) genom att initiera en varierbar inloppsventilstängning (ivc).  
10

13. Förfarande enligt krav 12, kännetecknat av steget att styra den varierbara inloppsventilstängningen (ivc) medelst ett hydrauliskt styrsystem (18a).

14. Förfarande enligt något av föregående krav 11-13, kännetecknat av steget att leda  
15 nämnda kylda avgaser (ceg) till förbränningsutrymmet (3) via en returledning (13) som sträcker sig från en avgasledning (12) hos förbränningsmotorn till en inloppsledning (7) för luft till förbränningsutrymmet (3).

15. Förfarande enligt krav 14, kännetecknat av att steget att styra tillförseln av avgaser  
20 till inloppsledningen (7) medelst en ventil (14).

16. Förfarande enligt krav 14 eller 15, kännetecknat av steget att kyla avgaserna innan de når inloppsledningen (7) medelst en kylare (15).

17. Förfarande enligt något av föregående krav 11-16, kännetecknat av steget att bestämma vevaxelvinkeln ( $cad_i$ ) för starten av förbränningsprocessen genom att avkänna en parameter (p) som är relaterad till förbränningsprocessen i förbränningsutrymmet (3) och att avkänna vevaxelvinkeln ( $cad$ ) hos förbränningsmotorn (1).  
25

18. Förfarande enligt krav 17, kännetecknat av att nämnda avkända parameter är trycket (p) i förbränningsutrymmet (3).  
30

19. Förfarande enligt krav 17 eller 18, kännetecknat av stegen att jämföra den uppskattade vevaxelvinkel ( $cad_i$ ) för starten av förbränningsprocessen med lagrad information avseende den optimala vevaxelvinkel ( $cad_{iopt}$ ) för start av förbränningsprocessen.  
35





Sammandrag

Föreliggande uppfinning avser ett arrangemang och ett förfarande för att styra en förbränningsmotor (1), exempelvis av den typ som benämns HCCI-motor. Arrangemanget innefattar en styrenhet (19) som är inrättad att styra självantändningen av bränsleblandningen mot en optimal vevaxelvinkel ( $cad_{i_{opt}}$ ) inom ett belastningsområde ( $L_{tot}$ ). Nämnda belastningsområde ( $L_{tot}$ ) kan indelas i åtminstone två delområden ( $L_{II}$ ,  $L_{III}$ ), varvid styrenheten (19) är inrättad att styra självantändning av bränsleblandningen mot en optimal vevaxelvinkel ( $cad_{i_{opt}}$ ) i ett av nämnda delområden ( $L_{II}$ ) medelst en strategi (II) som innebär att det effektiva kompressionsförhållande i cylindern (2) varieras och i det andra delområdet ( $L_{III}$ ) medelst en annan strategi (III) som innebär att en varierbar mängd kylta avgaser (ceg) leds till förbränningsutrymmet (3) så att det även i det andra delområdet ( $L_{III}$ ) blir möjligt att styra självantändning av bränsleblandningen mot en optimal vevaxelvinkel ( $cad_{i_{opt}}$ ) medelst en variation av det effektiva kompressionsförhållande ( $c$ ) i cylindern (2) utan att det sjunker under ett lägsta acceptabelt värde ( $c_{min}$ ).

(Fig. 1)

1/4

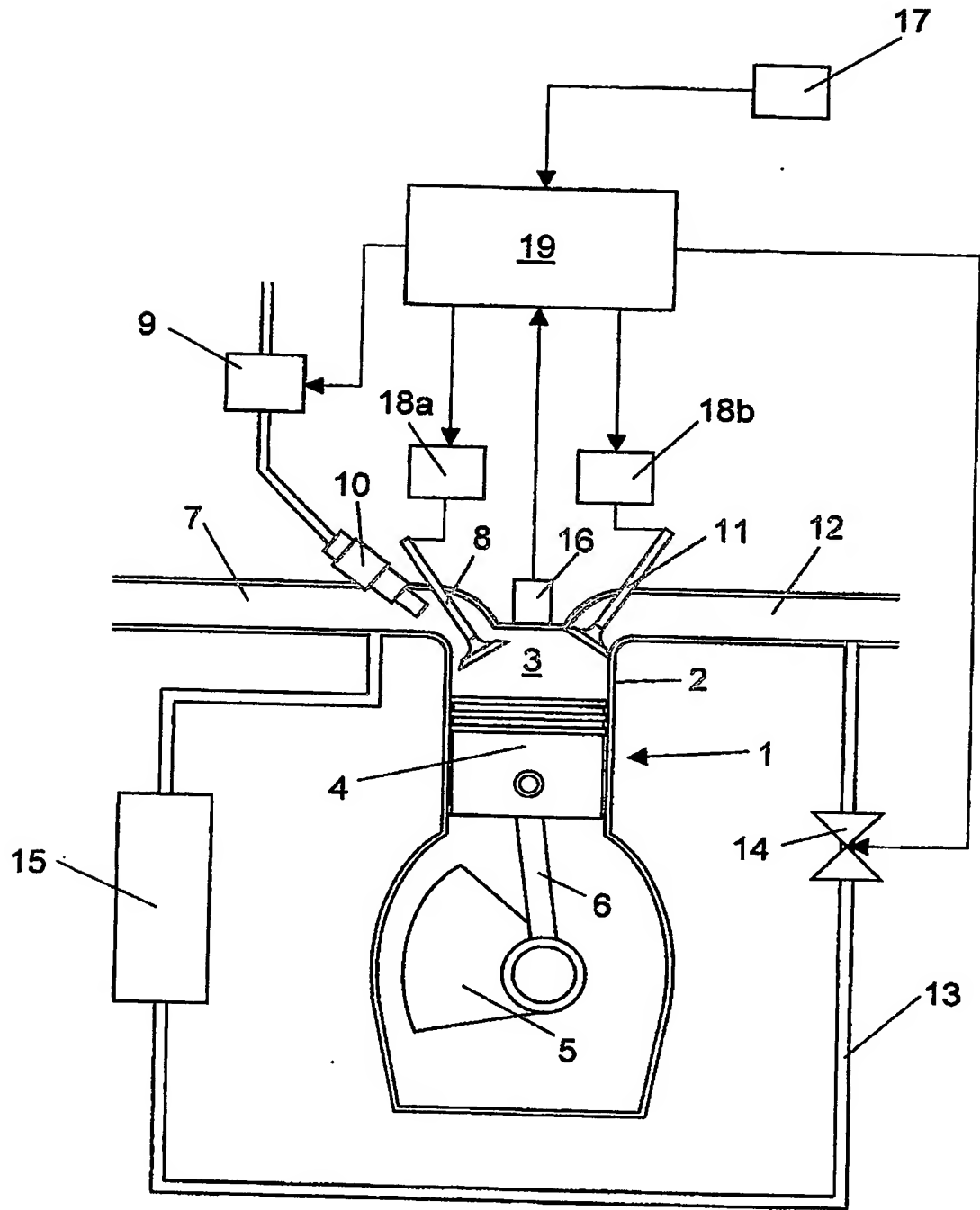


FIG 1

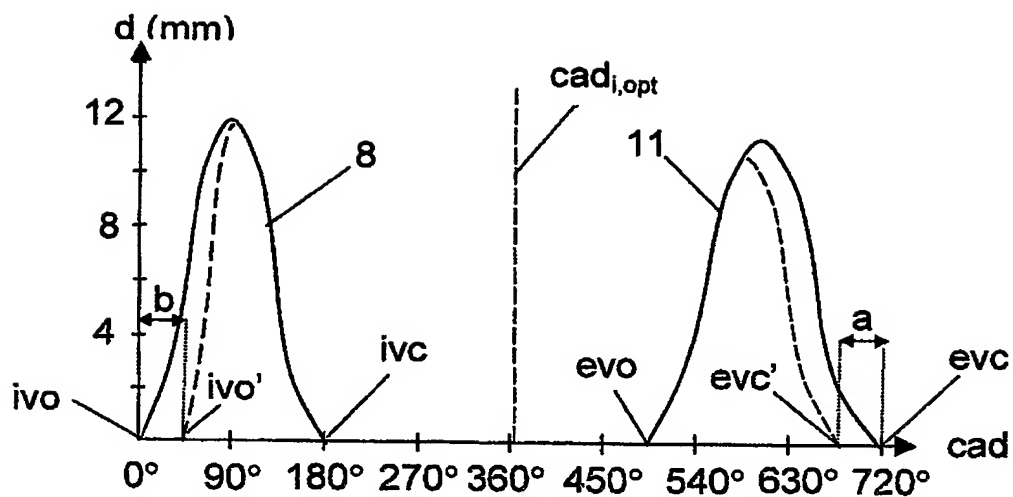


FIG 2

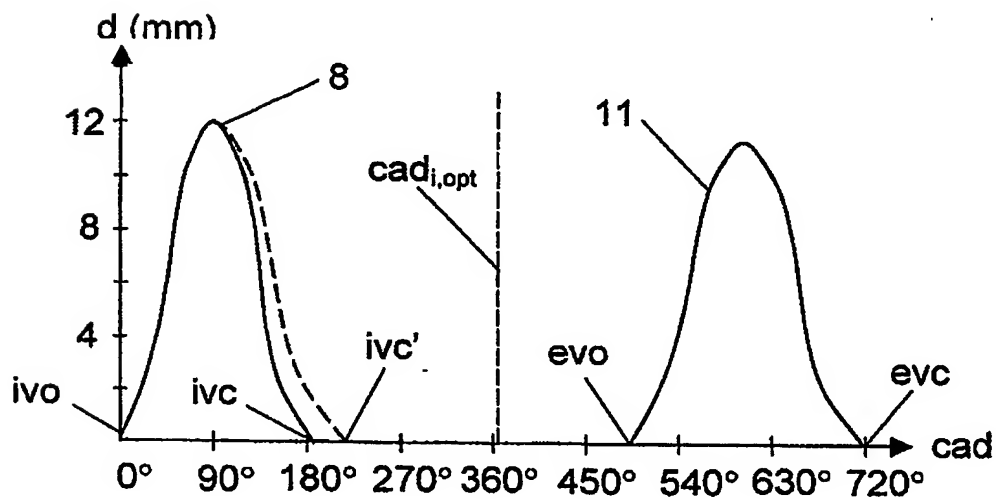


FIG 3

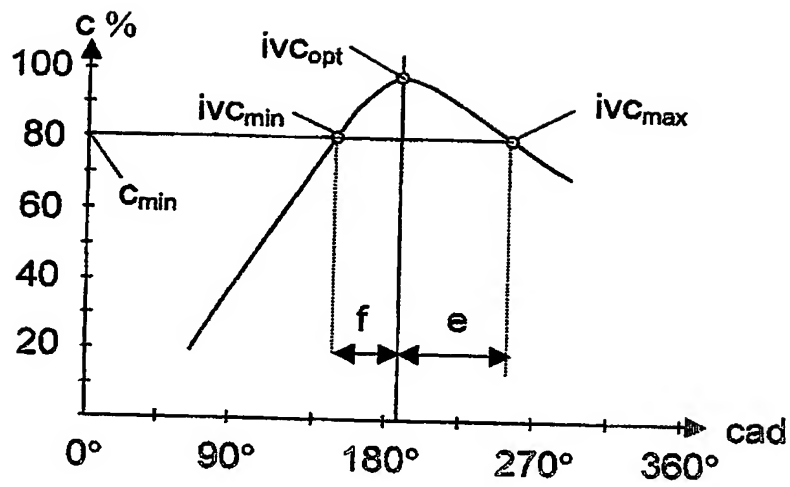


FIG 4

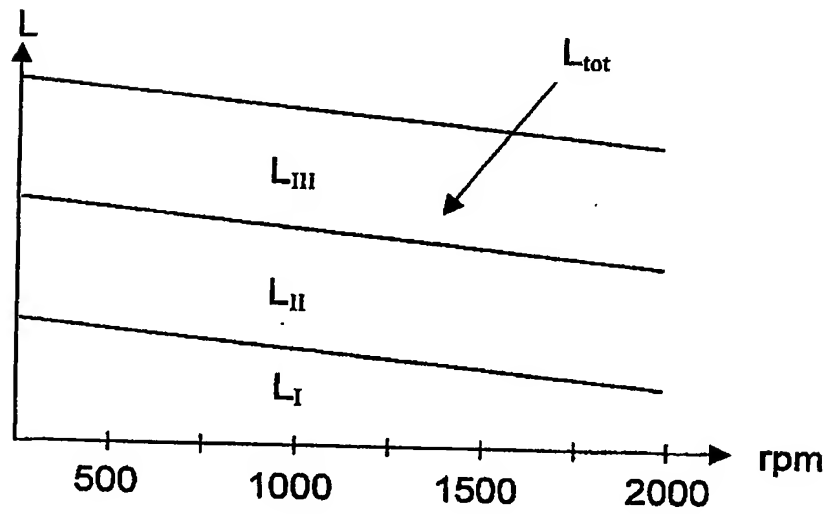


FIG 5

4/4

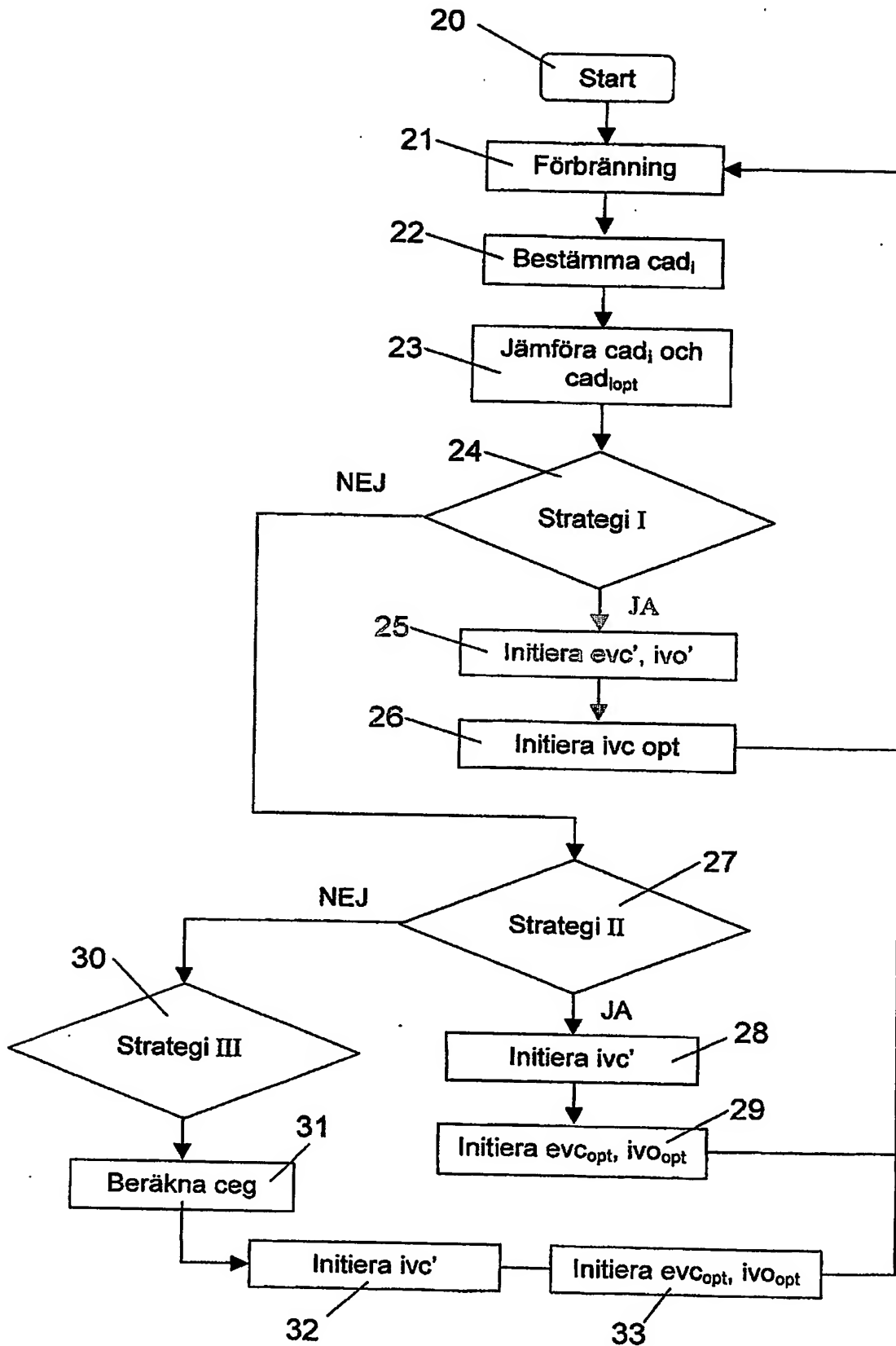


Fig 6